MANUAL DE USUARIO DEL TCP

(TROMSØ CCD PHOTOMETER)



Última modificación: 24-01-2011

Versión actual: Jorge García, enero 2011
Versión original: José M. González, junio 2007

Comentarios y sugerencias a Jorge García: jogarcia AT iac.es
o al
Grupo de Astrónomos de Soporte: ttnn_a AT iac.es

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

La cámara TCP es un instrumento portátil optimizado para fotometría de lectura rápida (sistema *Windowed*) basado en tecnología CCD. El TCP incorpora la posibilidad de reducción de los datos *en-línea*, es decir, la producción de curvas de luz conforme llegan las imágenes del telescopio y el cálculo de las transformadas de Fourier de los datos obtenidos hasta ese momento. Este instrumento se construyó en el Departamento de Física de la Universidad de Tromsø (Noruega) –ver la tesis doctoral de Roy Ostenten en la dirección http://whitedwarf.org/theses/ostensen.pdf– en colaboración con el CUO (Copenhagen University Observatory). El TCP, instalado en el telescopio IAC80 desde el año 2002, es uno de sus instrumentos de uso común.

Este documento pretende ser una guía detallada para la utilización de la interfaz gráfica del programa de adquisición de datos del TCP.

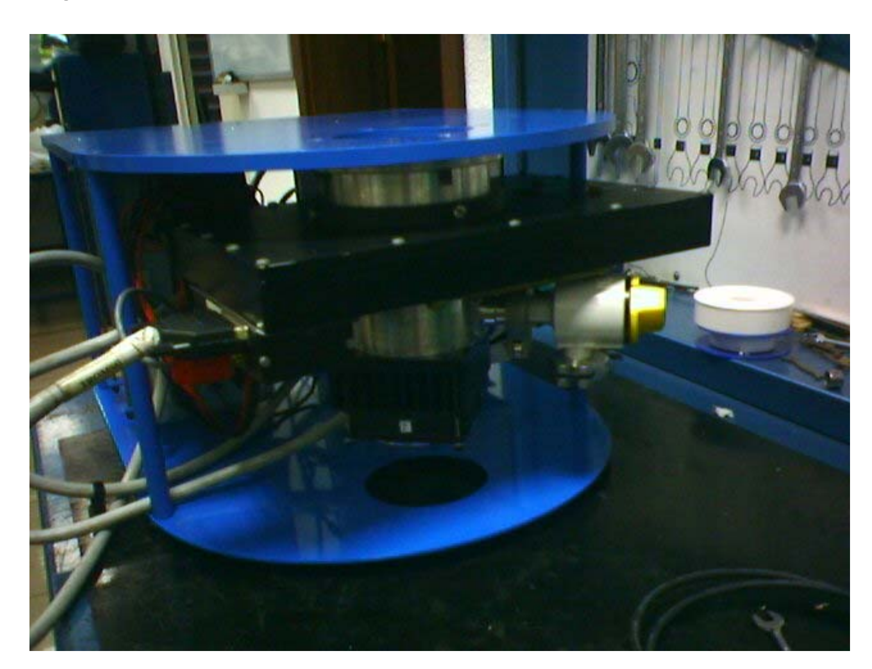


Imagen 1. TCP.

El controlador de la electrónica del TCP fue creado por CUO. La versión actual del TCP utiliza el chip CCD SiTe (Tektronik) 1024 x 1024, que opera a una temperatura de ≈ –40º C[1]. El tamaño del píxel es de 24 x 24 micras. El chip cubre un área de 2,56 por 2,56 cm., lo que supone un campo de unos 9.2 minutos de arco de lado en el IAC80. Este chip es retroiluminado, siendo su sensibilidad alta tanto en el rojo como en el azul debido a su especial recubrimiento.

El TCP incorpora su propia rueda de filtros y obturador (FASU). La FASU se diseñó con un obturador unidireccional para aumentar la precisión de las exposiciones y con una rueda de filtros que permite la instalación de hasta 6 filtros de 50 mm. de diámetro. Actualmente están disponibles los filtros Jonson-Bessell U, B, V, R, I y una posición abierta (luz blanca). El cambio entre filtros es del orden de 1/2 s., lo que permite la realización de programas de fotometría multibanda de forma casi simultánea.

[1] Esta temperatura dependerá del valor de la temperatura ambiente en el momento de la observación.

2. INICIO DE LA SESIÓN

A continuación se describe la secuencia que hay que seguir para arrancar correctamente el sistema y comprobar que funciona de forma adecuada.

► Asegurarse, en la cúpula, de que **las cajas de la electrónica del TCP están encendidas** (ver imagen 2).

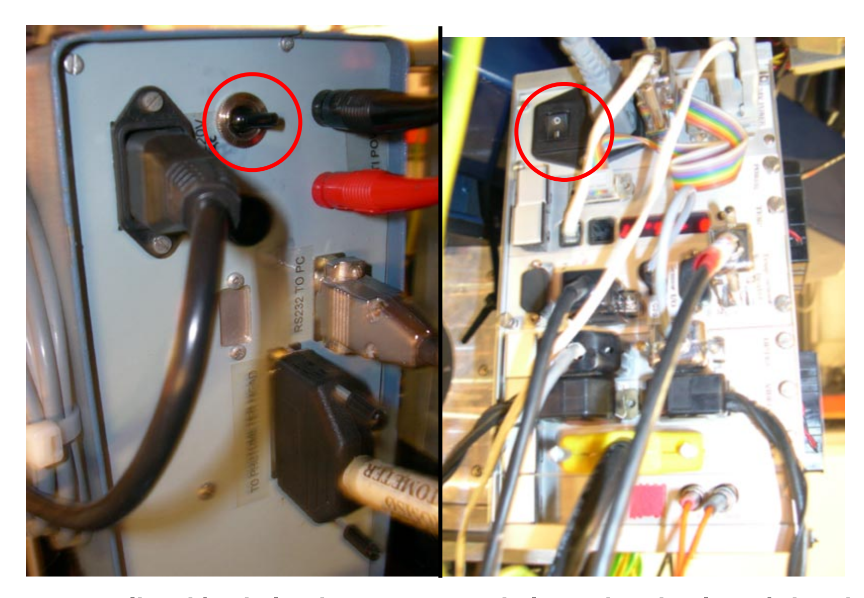


Imagen 2. Localización de los interruptores de las cajas de electrónica del TCP

► El ordenador del TCP se encuentra localizado encima del monitor de FOVIA-II (ver imagen 3). En condiciones normales estará encendido. Si no es así, **encender el ordenador del TCP**. <u>El ordenador debe estar conectado a red</u>. Si hay problemas con la red, ver el procedimiento de arranque directo desde el ordenador del TCP en el Anexo II (problema 1).

El ordenador del TCP no se utilizará directamente, sino a través de *asteroide*. Cuando termine el proceso de arranque habrá que esperar unos minutos para poder conectarse desde la otra máquina.

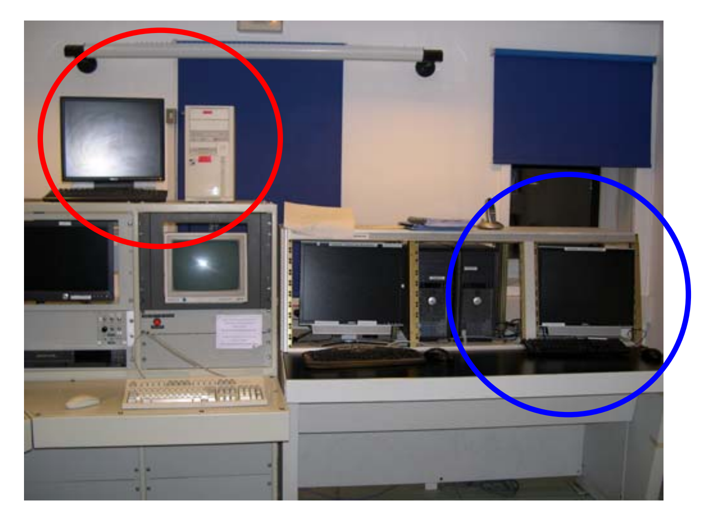


Imagen 3. Ordenador del TCP (rojo) y asteroide (azul).

► **Iniciar una sesión en *asteroide***: conectarse como "*obstcs1*" (password: lo proporcionará el astrónomo de soporte o el operador de telescopio).

► Abrir una terminal en asteroide y ejecutar:

>ssh –l observer tcp.ll.iac.es (pass: lo proporcionará el AS o el operador).

► Una vez en *tcp*, abrir una nueva terminal con el comando: *>xterm &*

► Ejecutar en la nueva *xterm* el comando:

>download gpsold.hex

Este comando **inicializará la cámara**. Al ejecutarlo, la cámara indicará el proceso con: '*download code to the camera* *******'. Si aparece un mensaje de error de conexión con la cámara hay que ponerse en contacto con el Astrónomo de Soporte (Anexo II – problema 2).

► **Ejecutar el programa de adquisición de datos**:

>Qtcp15

► En la pantalla aparecerá la interfaz gráfica del programa Qtcp15 de adquisición de datos (ver Imagen 4). **Es conveniente estar atentos a los mensajes que van apareciendo durante la inicialización** en la línea inferior-izquierda (marcada con rojo). Aparecerá: "Shutter initialisation", "FASU initialisation". Si todo va bien, tras 2 ó 3 segundos, aparecerá el mensaje "working" o "idle". Si el sistema tiene problemas inicializando el obturador o la FASU aparecerá un mensaje notificándolo. En este caso, es necesario contactar con el AS para que reinicie el sistema (Anexo II - problema 3).

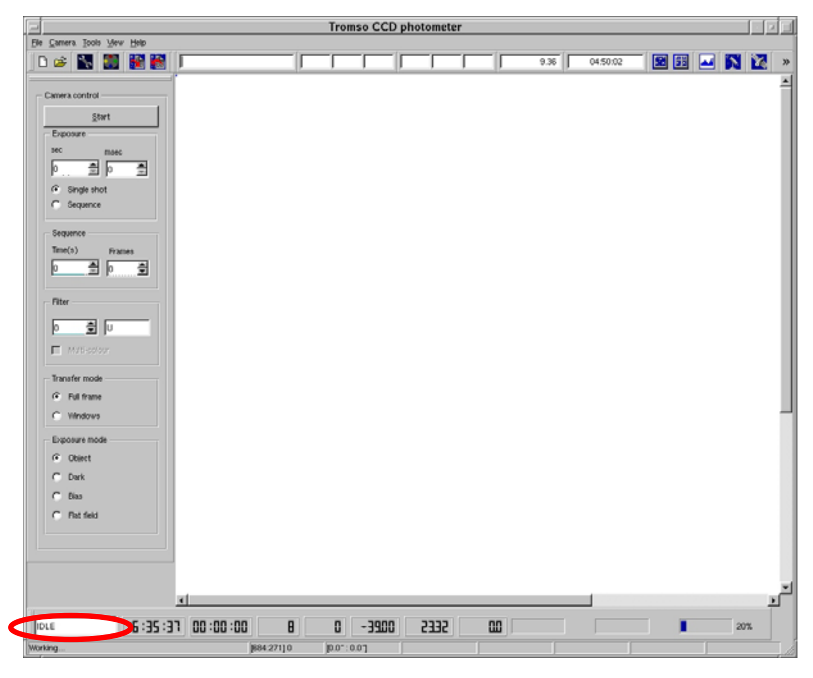


Imagen 4. Interfaz gráfica del programa de adquisición de datos del TCP.

En la imagen 4 se puede apreciar que **no se visualiza el área completa del chip**, sino parte de ella. Por eso existen barras de desplazamiento, una vertical y otra horizontal. Por otro lado, el tamaño global de la interfaz gráfica se puede cambiar pulsando el botón izquierdo del ratón en la esquina inferior-derecha y, mientras se mantiene pulsado, arrastrando dicha esquina.

Al iniciarse el programa *Qtcp15*, éste **creará automáticamente un directorio** en *home/observer* cuyo nombre es la combinación de la fecha y la hora de comienzo del programa (ej: 2103042005 –21 de Marzo de 2004 a las 20:05–). Dentro de este directorio, Qtcp15 **creará una serie de sub-directorios** donde guardará automáticamente los distintos tipos de imágenes tomados: *bias, flats, darks*, *tcp* (para imágenes del chip completo) y *data* (para imágenes en sistema *windowed* de lectura rápida).

► **Comprobar si el sistema está recibiendo información de la GPS**. Para ello, hay que pulsar el botón que muestra una imagen de satélite en la barra de utilidades.

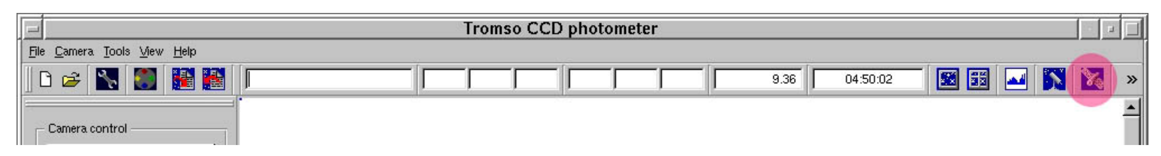


Imagen 5. Información de la GPS.

Es imprescindible que el sistema reciba información de la GPS para que funcione correctamente. Si todo va bien, aparecerá el siguiente cuadro informativo:

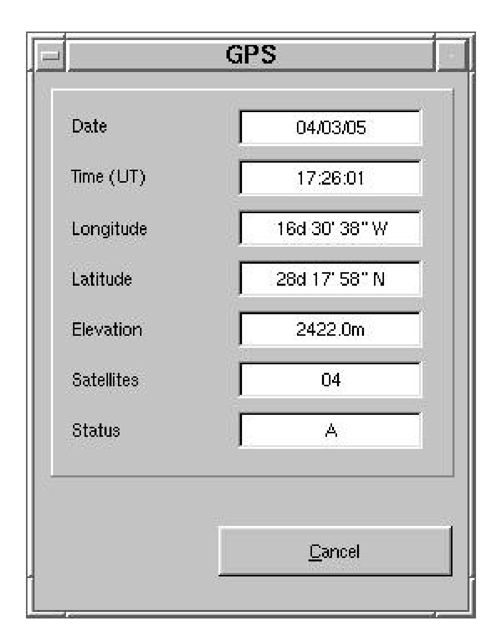


Imagen 6. Cuadro informativo de la GPS. En este caso, la GPS recibe señal de 4 satélites.

Si el cuadro informativo indica que la GPS no recibe señal de ningún satélite hay que ponerse en contacto con el Astrónomo de Soporte (Anexo II, problema 4).

► **Establecer localización.** De esta forma, en las cabeceras de las imágenes fits aparecerá la información acerca del observatorio, telescopio e instrumento.

a) Pulsar *'File'* en el **menú principal** y escoger la opción *'localisation'* (ver Imagen 7, imagen izquierda). Dentro de esta opción del submenú aparecerá un cuadro con los telescopios y observatorios disponibles (ver Imagen 7, imagen derecha).

b) Hay que seleccionar el telescopio (IAC80).

(1) Abrir el **cuadro despegable** *'Observatory'* y seleccionar *'Teide observatory'* (se encuentra al final de la lista).

(2) Abrir el **cuadro despegable** *'Telescope'* y seleccionar *'IAC80'*. En el panel aparecerá información acerca de la longitud, latitud y elevación del observatorio y sobre la relación focal del telescopio.

(3) Pulsar *'apply'*.



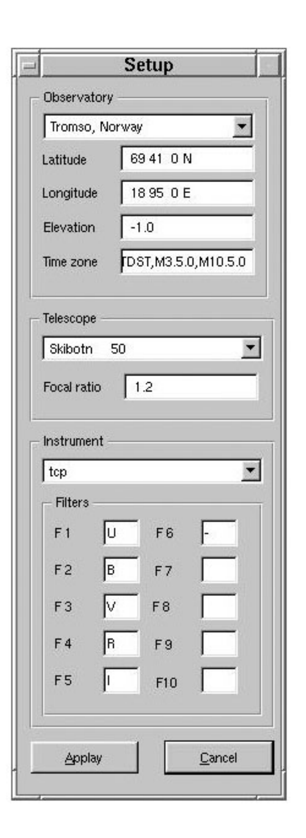


Imagen 7. Selección de la información (telescopio, observatorio, instrumento) que aparecerá en las cabeceras de las imágenes.



3. INFORMACIÓN SOBRE EL OBJETO

Para introducir información sobre el objeto que se va a observar hay que seguir una serie de pasos.

► En el menú principal se pulsa la opción *'File – Targets'* y se selecciona el fichero *'Targets.lst'* o similar, que se encuentra en directorio principal.

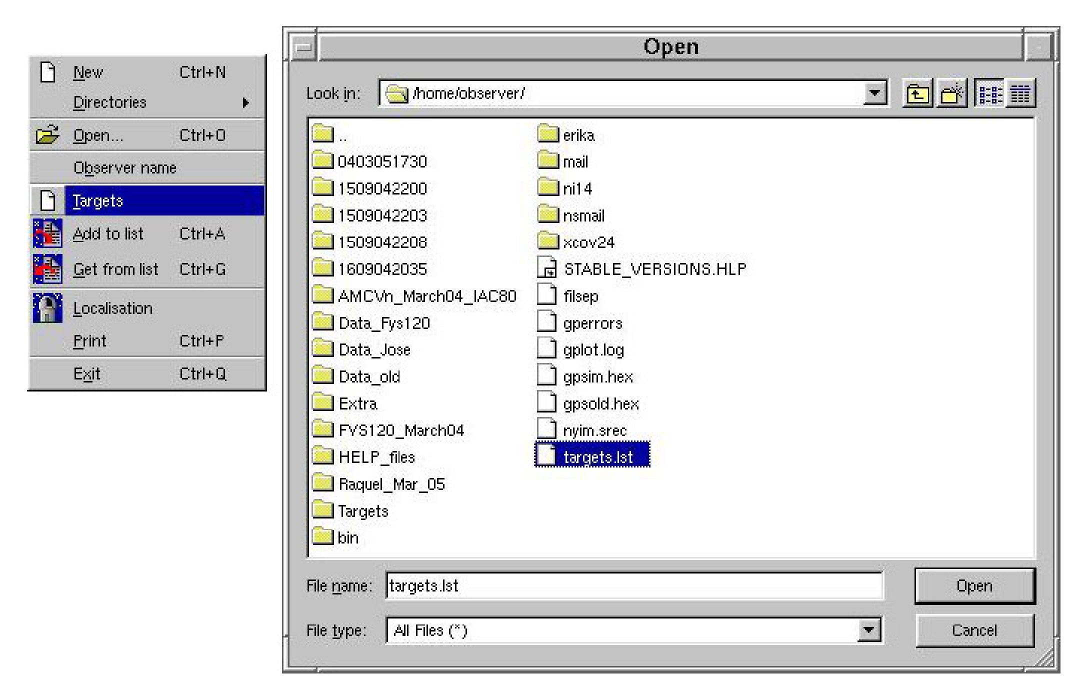


Imagen 8. Selección del fichero principal para leer y/o añadir información acerca de los objetos que se va a observar.

Si el objeto no se encuentra en la lista se puede añadir escribiendo la información en los cuadros correspondientes de la barra de utilidades del programa: campo 1 para el Nombre del Objeto, campo 2 para la Ascensión Recta y campo 3 para la Declinación.

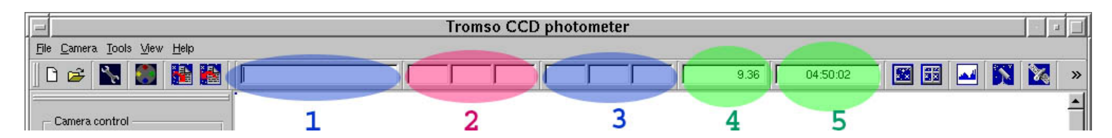


Imagen 9. Campos para añadir o visualizar información sobre el objeto que se va a observar.

► Una vez escrita la información, conviene **añadirla a la lista de objetos** para futuras observaciones. Para eso, se pulsa el botón o bien se añade desde el menú principal: *'File – Add to list'*.

► Se puede seleccionar un **objeto existente en la lista**. La información del objeto aparecerá en los campos 1, 2 y 3. Clic en el botón o bien, desde el menú principal: *'File – Get from list'*. Se abrirá una ventana con los objetos incluidos en el fichero (ver Imagen 10). Para proceder con la selección, hacer doble clic en el objeto que se va a observar.

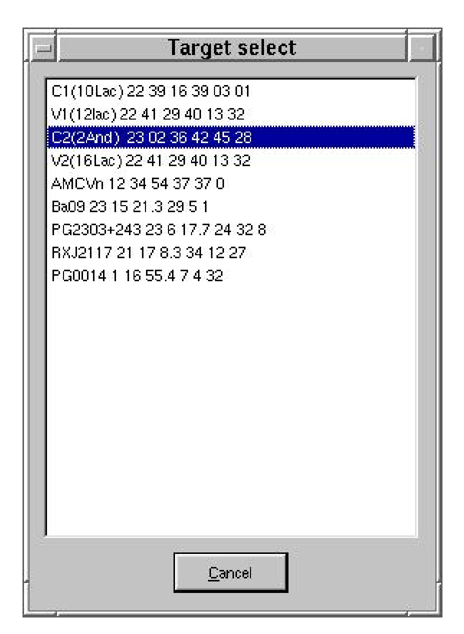


Imagen 10. Selección del objeto que se va a observar.

La interfaz gráfica, a partir de la información sobre la localización y objeto, mostrará también la masa de aire y ángulo horario del objeto.

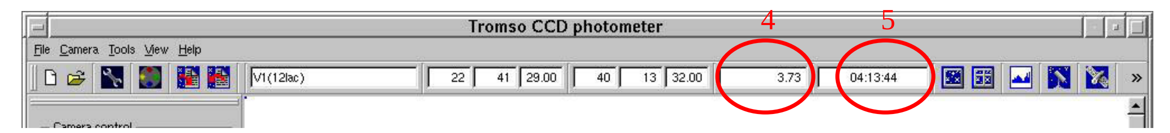


Imagen 11. Información sobre el objeto seleccionado. El campo 4 indica la masa de aire y el campo 5 el tiempo sidéreo. Ambos se escriben en las cabeceras.

4. OBTENCIÓN DE IMÁGENES

4.1. Chip completo

La primera operación para poder realizar la fotometría rápida consiste en la obtención de imágenes de todo el chip. Estas imágenes (*flats*, *bias*) servirán para ayudar en el proceso de reducción de datos, que se puede realizar en tiempo real, y en la selección de las regiones del chip para la posterior lectura en modo *Windowed* –ventanas–. Las imágenes del chip entero se grabarán en los subdirectorios *'tcp'* (para los objetos), *'darks', 'flats'* o *'bias',* dependiendo del tipo de imagen seleccionada. A continuación se describen los pasos que hay que llevar a cabo.

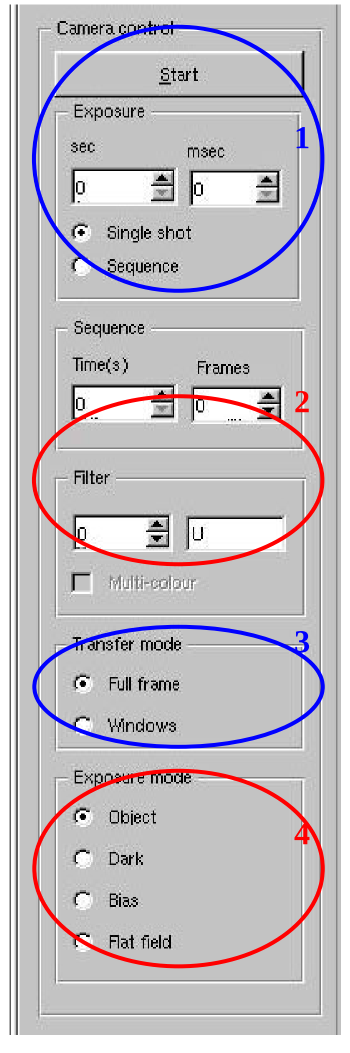


Imagen 12. Secuencia para la toma de imágenes del chip completo.

► Comprobar que la opción 'single shot' del área 1 (*'Exposure'*) está seleccionada.

► Seleccionar el tiempo de exposición. Esto se puede hacer escribiendo directamente en el cuadro dispuesto para ello (área 1) o utilizando las flechas.

► Seleccionar el filtro a utilizar haciendo clic en las flechas del área 2 (*'Filter'*).

► Comprobar que la opción *'Full frame'* está seleccionada en el área 3 (*'Transfer mode'*).

► En el área 4, seleccionar *Flat field*, *Dark*, *Bias* u *O*bject. Las imágenes obtenidas se grabarán en los subdirectorios *flats*, *dark*, *bias* o *tcp* dependiendo de esta selección.

► Tomar la imagen pulsando el botón *'START'* del área 1.

Si el programa no responde adecuadamente cuando se intenta cambiar de filtro hay que contactar con el Astrónomo de Soporte (Anexo II –problema 3).

Una vez tomada la imagen, si se pulsa con el botón izquierdo sobre ella se puede acceder a la siguiente información: posición relativa del cursor, número de cuentas y

distancia del campo en segundos de arco. Esta información aparece en la parte inferior de la interfaz gráfica (ver Imagen 13).



Imagen 13. Información que se obtiene mediante el puntero del cursor sobre la imagen: localización, número de cuentas y posición en segundos de arco.

En las páginas siguientes se muestran las distintas opciones que existen para la visualización de las imágenes y se ofrecen ejemplos de diferentes tipos de imágenes –*flats fields*, *bias* y *object*–.

4.1.1. Modo idóneo de visualización

La opción de visualización de las imágenes que aparece por defecto es *'min-max'*, pero puede no ser la adecuada. Para cambiar el modo de visualización hay que pulsar el botón que está en la barra de utilidades. Entonces aparecerá el siguiente panel:

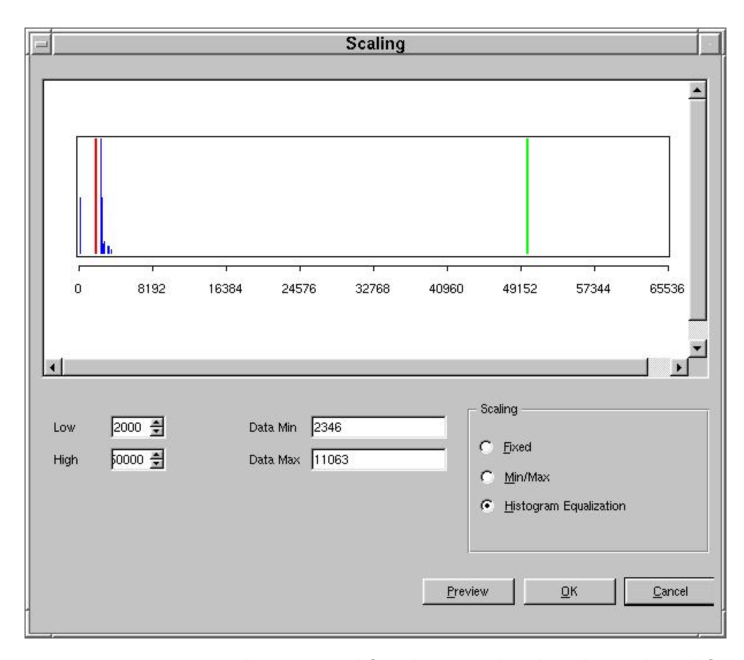


Imagen 14. Panel de selección del modo de visualización.

Se recomienda seleccionar la opción *'Histogram Equalization'* ya que aumenta el contraste relativo en todas las regiones del chip. Una vez que se ha seleccionado este tipo de visualización de la imagen será el que aparezca por defecto a partir de entonces.

Importante: esta forma de visualización aumenta notablemente el contraste y establece el nivel cero de la escala de grises muy cerca del valor medio para el *bias*, con la idea de mostrar cualquier píxel con algo de energía sobre este valor. Las imágenes mostradas de esta manera pueden dar la impresión de que el chip es defectuoso o que la óptica está muy sucia, pero en parte es debido al algoritmo de visualización. Se recomienda utilizar este modo para estar seguro de que no se pierde nada de energía en las ventanas definidas en modo *windowed* al seleccionar las estrellas.

4.1.2. Ejemplo 1: *flat* en el filtro B, 5 segundos de exposición

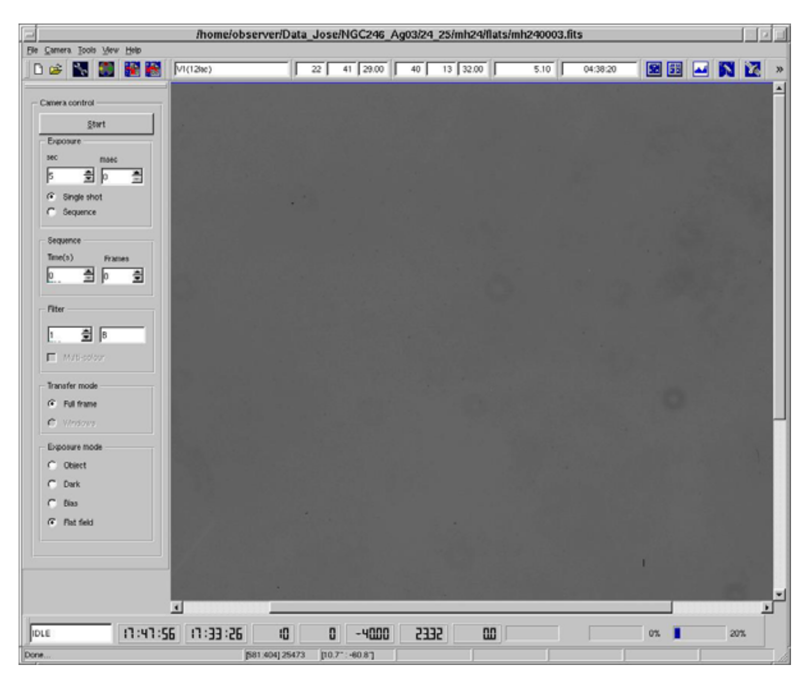


Imagen 15. Ejemplo de imagen del chip entero: *flat* tomado utilizando el filtro B y 5 segundos de exposición. La opción de visualización es *'min-max'*.

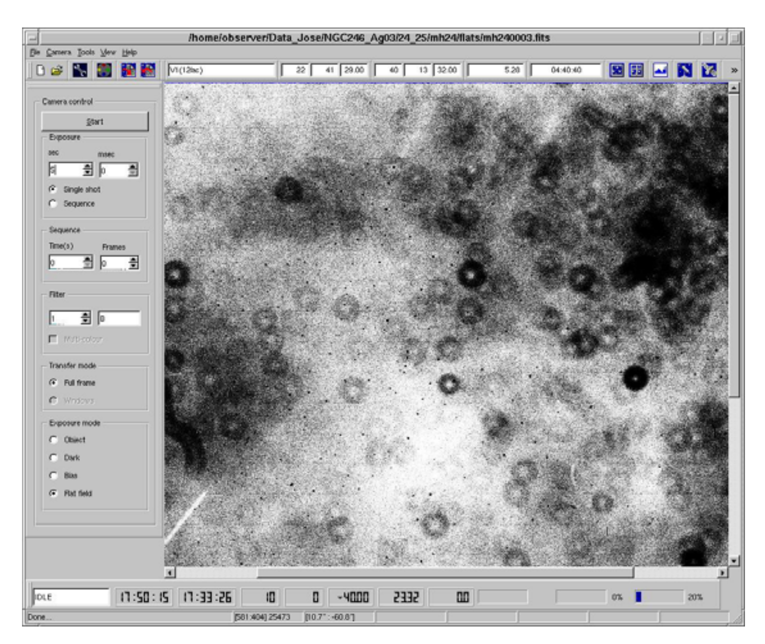


Imagen 16. Imagen anterior (15) utilizando la opción de visualización *'Histogram-Equalization'*.

4.1.3. Ejemplo 2: *bias*

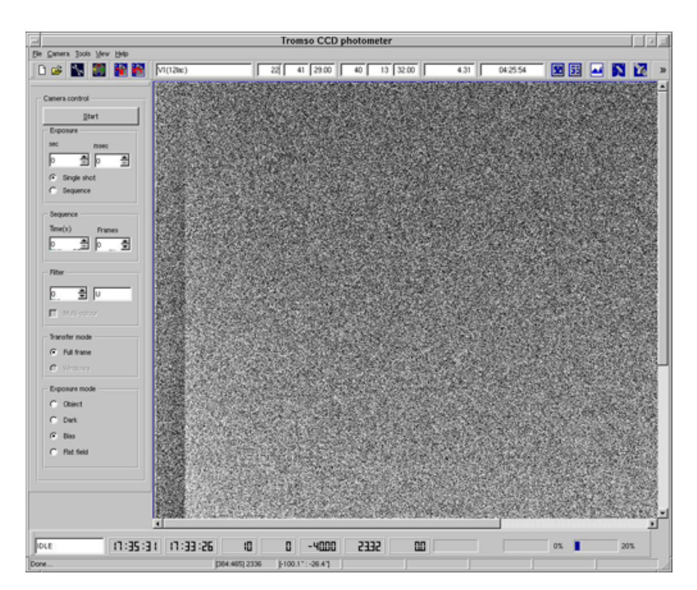


Imagen 17. Ejemplo de imagen del chip completo: *bias.*

4.1.4. Ejemplo 3: objetos astronómicos

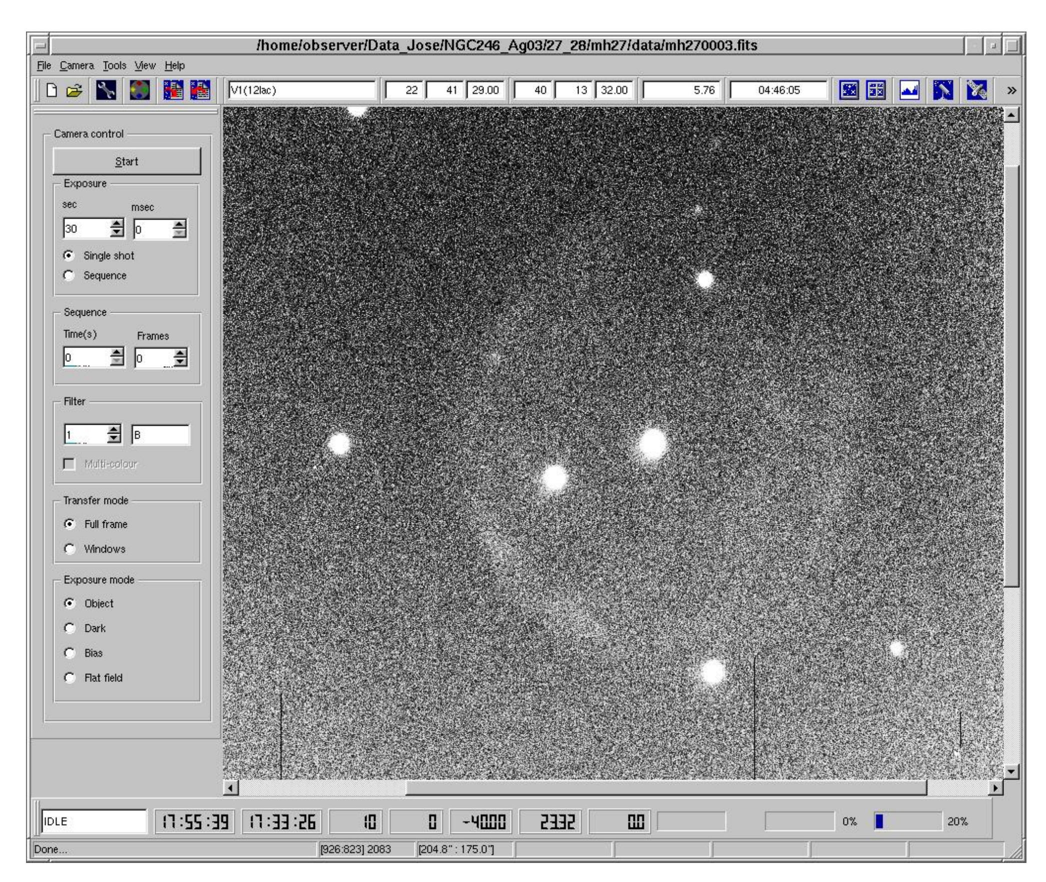


Imagen 18. Estrella central de la Nebulosa Planetaria NGC246 usando el filtro B y 30 s de exposición. La imagen muestra objetos de aproximadamente magnitud 12. Aparece algo sucio debido a la utilización del modo *'Histogram-Equalization'*.

4.2. Tomando *BIAS* y *FLATS*

► ***BIAS***: se recomienda tomar unos 5-10 *BIAS*. El número de cuentas deberá ser inferior a ~2.300 cuentas/pix. En caso contrario, es posible que el sistema de refrigeración (peltier) no esté funcionando bien. Avisar al astrónomo de soporte.

► ***FLATS***: el número de cuentas promedio deberá estar comprendido entre ~18.000 y ~21.000 cuentas/pix para estar confinados en una buena zona de linealidad del chip. Si se requiere buena precisión fotométrica se recomienda tomar un número de *flats* de forma que la suma total de cuentas sea superior a ~100.000 (unos 5 si la media es de 20.000 en cada imagen). Combinar 100.000 cuentas daría, grosso modo, una relación s/n~100, que se convertiría en límite para la fotometría.

En caso de tomar *flats* de cúpula existe una tabla en la sala de control indicando tiempos de exposición y luces a encender para obtener niveles adecuados de cuentas en los distintos filtros.

4.3. Enfocando

► **Importante**: **la posición del foco para el TCP es distinta a la de CAMELOT**. Por ello, la primera noche habrá que emplear algo de tiempo en buscar el foco. Como punto de partida, leer en el cuaderno de bitácora el foco utilizado la última vez que se utilizó el TCP. **El valor de foco para FOVIA-II es también distinto**. Algunos valores (usados en Marzo de 2010); **Foco telescopio ~ 21.760 (Filtro R) ; Foco FOVIA-II ~ 12 ; T1=7.3. En general, el foco de TCP es 2.000 unidades mayor que el foco de CAMELOT.**

► Para enfocar es conveniente seleccionar objetos no muy brillantes (V<9). Seleccionar "objeto" en la barra de selección de la izquierda (ver Imagen 12), filtro V y un tiempo de exposición adecuado según la magnitud del objeto: los píxeles con más cuentas de la estrella utilizada para enfocar no deben sobrepasar las 23.000 cuentas.

► **El análisis de las imágenes se hará desde asteroide utilizando IRAF**: (1) entrar como "*obstcs1*", (2) teclear "iraf" en una terminal; abre automáticamente una xgterm y un ds9 y entra en iraf (3) acceder al directorio de las imágenes del TCP. El disco se monta automáticamente en *asteroide. Se puede acceder* con >cd /net/tcp/home/observer . (4) Analizar el foco de la forma estándar: utilizando *imexam* e intentando que los contornos sean circulares.

Si la imagen en QTCP15 (o en IRAF, donde habrá que invertir el eje "y") aparece:



► Una vez realizado el foco, **anotar en el cuaderno de bitácora los valores obtenidos** tanto para el foco del telescopio como para el de fovia, así como las temperaturas de los espejos.

4.4. Observaciones en modo *'Windowed'* (fotometría rápida)

La característica principal de la electrónica del TCP es la posibilidad de utilizar el modo de lectura *Windowed*, que reduce notablemente el tiempo necesario para la lectura del chip de la CCD. El observador selecciona un número de regiones del chip (llamadas ventanas -*windows*-), que serán las únicas zonas del chip que se leerán (*sampling*). El resto de píxeles se descartan de este proceso de muestreos. El siguiente esquema resume la forma de actuar de la electrónica del TCP.

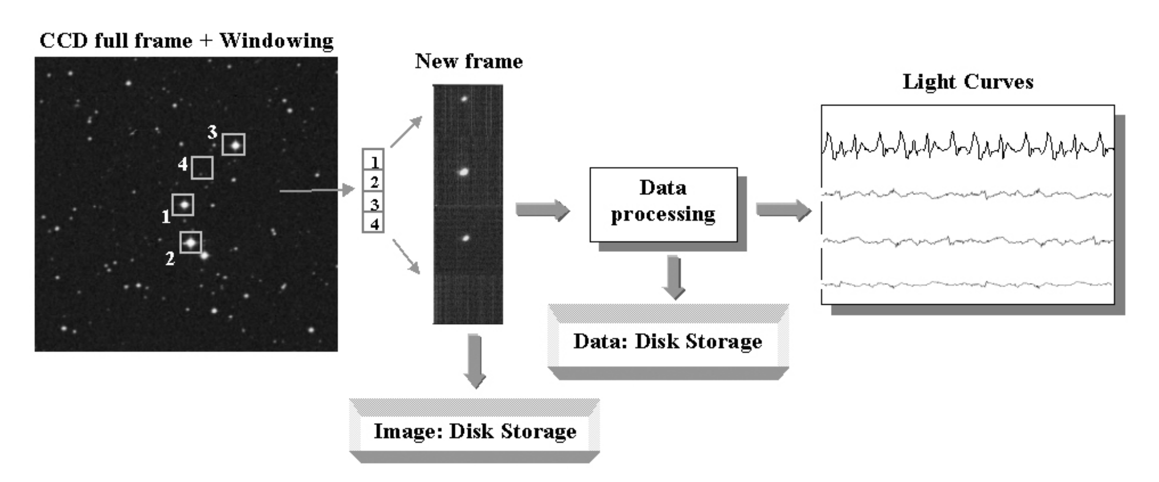


Imagen 19. Ejemplo de observación en modo '*Windowed*'.

De esta forma, la lectura del chip se puede reducir hasta a un 1% del tiempo necesario para leerlo completamente. El tiempo de lectura en el modo '*Windowed*' dependerá del número y tamaño de ventanas seleccionadas. En el caso del chip instalado actualmente en el TCP (Tektronic) el tiempo necesario para la lectura completa del chip es de 23 s. Sin embargo, utilizando el modo '*Windowed*' y, por ejemplo, 3 ventanas (estrella principal, referencia y cielo) y un tamaño de ventana de 16 x 16 píxeles, el tiempo de lectura sería de 0,70 s. La tabla siguiente indica el tiempo de lectura necesario (segundos) en este modo para tres configuraciones distintas (tamaños y números de ventanas).

Canales	16 x 16	32 x 32	48 x 48	64 x 64
3	0,70	1,08	1,47	1,88
5	0,95	1,58	2,23	2,92
10	1,58	2,83	4,14	5,52

Otras ventajas del modo '*Windowed*' con respecto a otros sistemas que optimizan la velocidad de lectura son las siguientes.

- Campo disponible. Con este modo se dispone del área entera del chip para seleccionar las ventanas. Esto puede ayudar en campos donde no haya muchas estrellas de referencia.

- <u>Tamaño de ficheros</u>. El sistema '*Windowed*' NO guarda la imagen entera, sino una columna de las ventanas seleccionadas, por lo que el tamaño de cada fichero fits es mucho menor. Esto reduce considerablemente las necesidades de disco duro y otros dispositivos de almacenaje necesarios, especialmente en campañas de variabilidad fotométrica rápida, donde se pueden adquirir del orden de 1.000 imágenes por noche.

El proceso para observar de esta manera se describe a continuación.

► Obtener una **imagen del chip entero del campo** donde se encuentra el objeto a observar, tal y como se explicó en el apartado anterior. **IMPORTANTE: el autoguiado (FOVIA-II) debe estar funcionado antes de tomar esta imagen.**

► En esta imagen, **seleccionar ventanas** para el objeto que se va a estudiar, estrellas de referencia y cielo.

- Posicionar el cursor sobre el objeto principal y hacer doble clic. Aparecerá una pequeña ventana (64x64 píxeles) alrededor de dicho objeto.

- Repetir la acción para cada estrella de referencia.

- Hacer lo mismo con el cielo (ventana sin estrellas cercana al objeto principal).

NOTA. *El orden de selección de los objetos ha ser el indicado: primero el objeto que se va a estudiar, luego las estrellas de referencia y, por último, la selección de cielo (uno o más si se desea).*

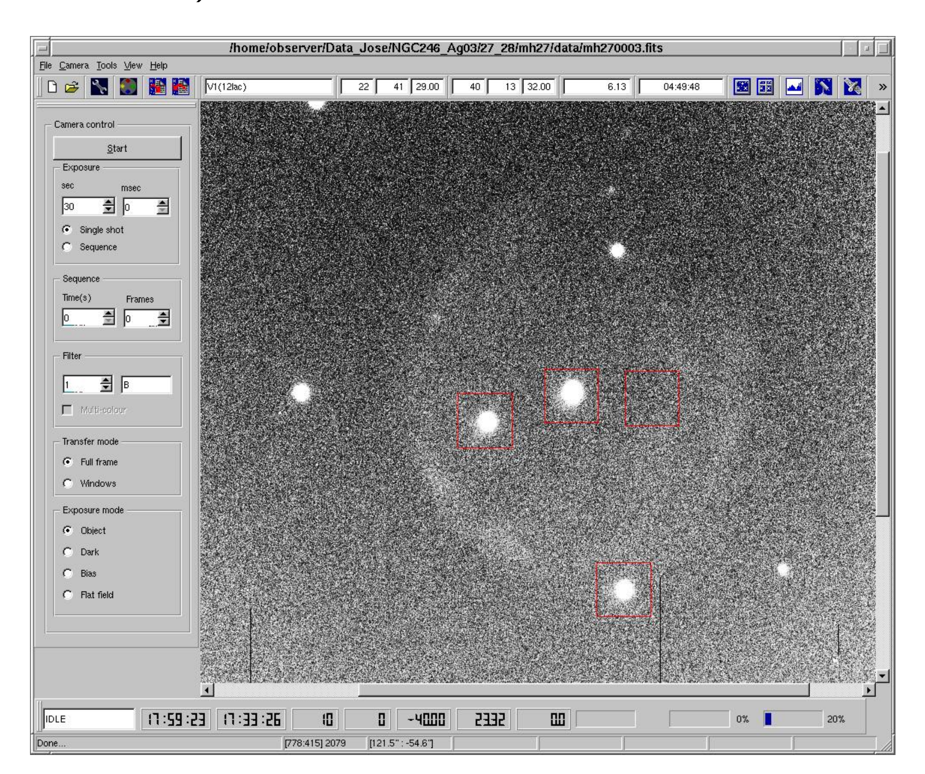


Imagen 20. Ejemplo de selección de ventanas.

En cualquier momento es posible mover y borrar las ventanas. Para desplazarlas hay que posicionar el cursor sobre la ventana que se desee mover y arrastrarla manteniendo pulsado el botón izquierdo del ratón. Para ver otras opciones disponibles

hay que posicionarse sobre la ventana que se quiera modificar y pulsar el botón derecho del ratón. Se abrirá un cuadro informativo con una serie de posibles opciones que se pueden elegir.

► **Guardar la selección**. Cuando se haya completado la selección se sitúa el puntero del ratón sobre una de las ventanas, se pulsa el botón derecho y se seleccionar *'Save'*.

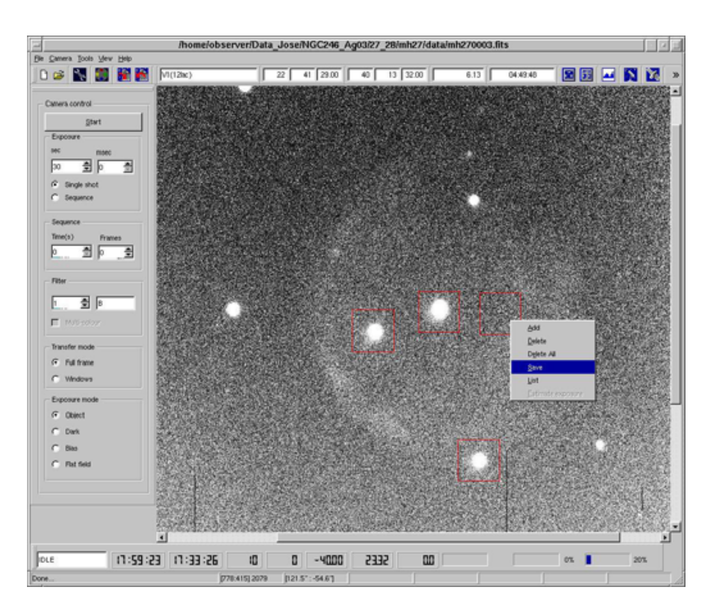


Imagen 21. Guardando la selección de ventanas.

Esta acción envía información a la electrónica de la cámara acerca de las ventanas seleccionadas y crea los ficheros *'photwins.dat'* y *'photwccd.dat'* en el subdirectorio *'data'*. Estos ficheros son necesarios para que funcione correctamente el programa de adquisición de datos y la posterior reducción.

Los cuadros pasarán de color rojo a azul y es posible que aparezcan ventanas mayores que engloben varias ventanas. Esto ocurre si están muy cerca y ocupando la misma dirección de lectura. De esta forma, Qtcp15 optimiza aún más el proceso de lectura.

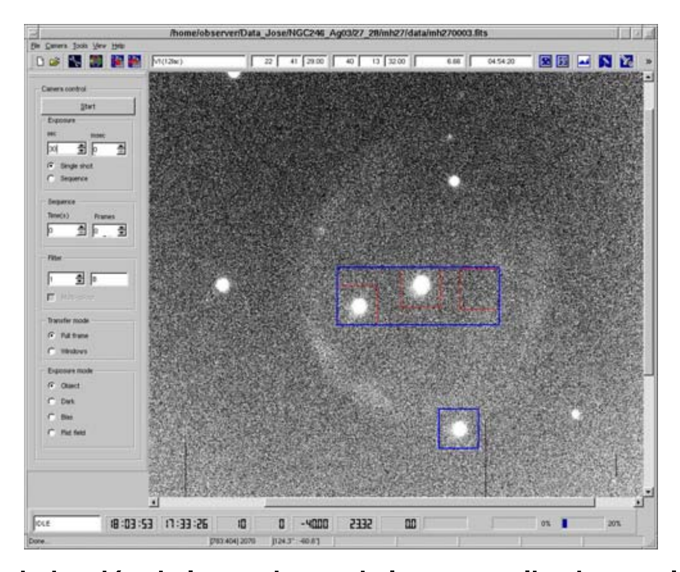


Imagen 22. Optimización de las regiones de lectura realizada por el programa.

► **Seleccionar el tiempo de muestreo** (*'Sequence time'*) en el área correspondiente (*'Sequence'*) de la barra izquierda de la interfaz.

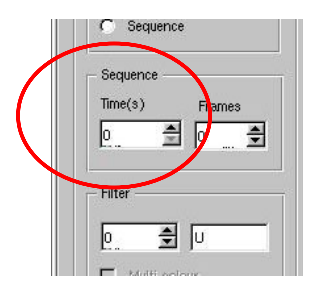


Imagen 23. Seleccionando el tiempo de muestreo.

► Volver a posicionar el puntero del ratón sobre una de las ventanas, pulsar el botón derecho y **seleccionar *'Estimate readout time'***.

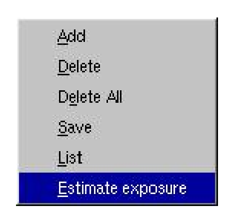


Imagen 24. Acción para estimar el tiempo de lectura y optimizar el tiempo de exposición.

Con esta opción el programa toma automáticamente una imagen de prueba, calcula el tiempo de lectura que necesita y optimiza el tiempo de exposición para el tiempo de muestreo elegido. El proceso requiere unos segundos. Pasado ese tiempo, el tiempo de exposición optimizado aparecerá en el área correspondiente (área 1 en la Imagen 10). **¡¡¡MUY IMPORTANTE!!! Se debe disminuir el tiempo de exposición en unos 200-300 ms debido a los problemas con estática que retrasan algo algunas comunicaciones**.

NOTA. *Tiempo de muestreo = tiempo de exposición + tiempo de lectura + retrasos en tiempo debido a movimientos de filtros y/o obturador.*

► El programa cambiará automáticamente a modo *Windowed* (sección *'Trasfer mode'* en la barra izquierda de la interfaz) y *sequence mode* (sección *'exposure'*). Estará listo para empezar la fotometría rápida.

► **Escribir 9999** en el campo *'Frames'* del área *'Sequence'*. De esta forma, el programa tomará datos ininterrumpidamente hasta que se aborte la secuencia.



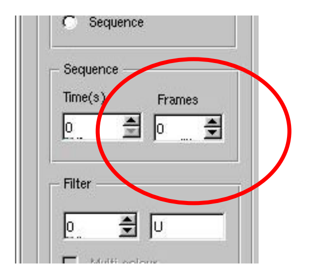


Imagen 25. Selección del número de *frames*. Se escribe 9999 para que el programa funcione de forma continuada hasta que se aborte la secuencia.

► **Comprobar** que el **filtro** seleccionado es el requerido.

► **Empezar las observaciones** pulsando el botón *'START'* (área 1 en la Imagen 10). La primera imagen empezará en el siguiente múltiplo del tiempo de muestreo elegido. Por ejemplo, si el tiempo de muestreo es 20 s y se pulsa 'START' a las 21:30:04, el tiempo de exposición de la primera imagen comenzará a las 21:30:20. Este proceso simplifica la combinación de datos procedentes de distintas noches de observación para la obtención y análisis de curvas de luz completas.

► Para **parar la secuencia** se pulsa el botón *'ABORT'*, que aparece donde antes estaba 'START'.

4.5. Observando en modo multicolor

El TCP ofrece las posibilidades de hacer secuencias de observación usando un solo filtro (por defecto) o en modo multicolor. Por ese motivo, existe un botón en la columna de la izquierda que activa o desactiva el modo 'multicolor' (*multifilter*). Existen dos procedimientos distintos para utilizar esta opción, según se quiera utilizar el mismo tiempo de exposición para todos los filtros o se desee asignar un tiempo de exposición distinto a cada filtro. En general, los pasos necesarios para observar en modo multicolor son los siguientes:

► Los *bias* y *flats* se realizan de la forma explicada en el punto 4.2. Por supuesto, habrá que tomar tantas series de *flats* como filtros se vayan a utilizar. El proceso para la toma del campo entero también se realiza como se explicó en el punto 4.1.

4.5.1. Modo multicolor: tiempo de exposición común

Este procedimiento es el más sencillo. Se actúa de forma similar a la expuesta en el punto 4.4 (observaciones modo windowed) pero después de calcular el tiempo de exposición y antes de empezar la secuencia, se añaden los siguientes pasos:

► Pulsar el botón que activa la selección de filtros (ver Imagen 26).

► Se abrirá un cuadro informativo (Imagen 27). **Seleccionar <u>por orden</u> la secuencia de filtros a usar.** Para ello, hacer clic sobre cada uno de los filtros elegidos (flecha verde) **OJO: en este modo SE DEJA EL TIEMPO DE EXPOSICIÓN A CERO PARA TODOS LOS FILTROS** (casillas a la izquierda de cada botón).

► Activar la opción "multicolor" (ver Imagen 28).

► En la opción filter establecer el primer filtro del ciclo. Por ejemplo, seleccionar “B” (número 2) para una secuencia BVI

► Escribir 9999 en el campo *“Frames”*

► Empezar la secuencia: ***Start***

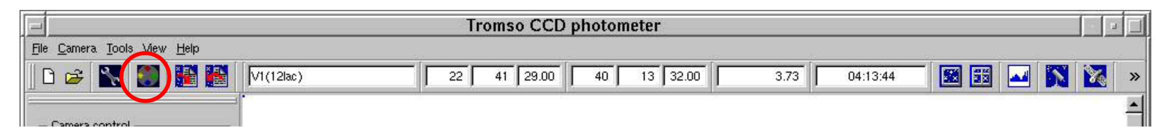


Imagen 26. Botón para configurar la opción multicolor.

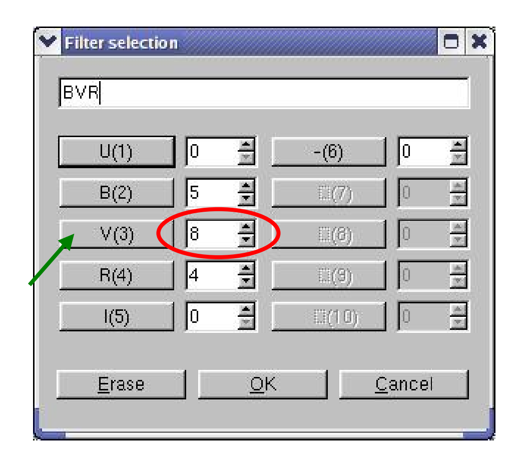


Imagen 27. Selección de filtros y tiempos de exposición. La secuencia se establece pulsando por orden los botones de los filtros (flecha verde). El tiempo de exposición para cada filtro se establece en el campo de la derecha (círculo rojo) utilizando las flechas. La secuencia aparece en el campo superior.

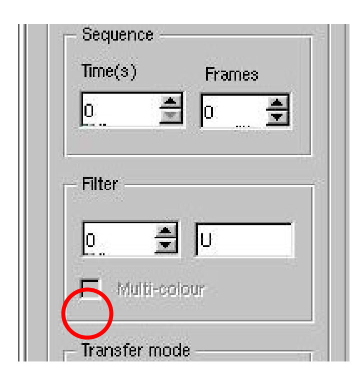


Imagen 28. Botón para activar la opción multicolor.

4.5.2. Modo multicolor: distintos tiempos de exposición para cada filtro

Este modo de observación es más versátil, pero el procedimiento implica unos pasos adicionales. A continuación se describe como actuar:

► Seleccionar las ventanas (objeto, estrellas de referencia y cielo) y grabar la selección tal y como se explica en el punto 4.4. **NOTA: NO REALIZAR "ESTIMATE EXPOSURE".**

► Para activar este modo multicolor hay que realizar los siguientes pasos adicionales.

1 Pulsar el botón que activa la selección de filtros (ver Imagen 26).

2 Se abrirá un cuadro informativo (ver Imagen 27). **Seleccionar <u>por orden</u> la secuencia de filtros a usar y <u>el tiempo de exposición para cada uno de ellos</u>** (ver Imagen 27). Para ello, hacer clic sobre cada uno de los filtros elegidos y utilizar las flechas de los campos localizados a la derecha de los botones de selección de filtros para establecer el tiempo de exposición. La secuencia irá apareciendo en el campo superior del cuadro. El ejemplo de la Imagen 27 muestra la siguiente secuencia: imagen de 5 s. de exposición en filtro B, imagen de 8 s. en filtro V e imagen de 4 s. en filtro R.

3 La forma de observación en modo multicolor supone un híbrido entre modo *single shot* y *windowed*. Para terminar el procedimiento **hay que calcular manualmente el tiempo de la secuencia.** Para ello, hay que tomar una serie de prueba para comparar el tiempo necesario desde una imagen hasta la siguiente que repite el mismo filtro.

- **Establecer los siguientes valores en la barra de selección vertical (izquierda en la interfaz de usuario, ver Imagen 28)**.

    i. Escribir "0" en *Exposure* y seleccionar la opción "*single shot*".

    ii. Escribir "0" en el campo *Sequence time* y "**número de filtros (x 3**)" en *Frames*; por ejemplo, si tenemos una secuencia de tres filtros, escribimos 9 en Frames

    iii. **Seleccionar el filtro en el que comenzará la secuencia y activar la opción "*Multicolor*"**.

    iv. Establecer "*Windows*" en el campo *transfer mode*.

- Empezar la secuencia: ***Start***

- Una vez termine la secuencia, abrir una Terminal; ir al directorio "data", donde debe haber "número de filtros x 3" imágenes, y **calcular el tiempo transcurrido entre dos imágenes consecutivas relacionadas con el mismo filtro**. Por ejemplo, si tenemos una secuencia BVR, habría que mirar los tiempos de inicio de exposición de las imágenes *w00000.fits* y *w00003.fits* (o *w00001.fits* y *w00004.fits,…*). Mirar la cabecera de los dos ficheros fits. >more w00000.fits. Buscar la hora en el campo **DATE-OBS**. Mirar los segundos transcurridos desde una imagen a la siguiente (desde *w00000.fits* a *w00003.fits* en este caso). **Ése será nuestro Sequence Time.**

4 Borrar los ficheros *w0000X.fits* . Escribir en la barra de selección vertical el valor calculado para el tiempo de secuencia en el campo *Sequence time* y 9999 en Frames (ver Imagen 28).

5 Pulsar el botón "***Start"*** para comenzar la toma de imágenes.

6 Hay que tener en cuenta para el posterior análisis que el primer fichero de ventanas no empezará en 0.

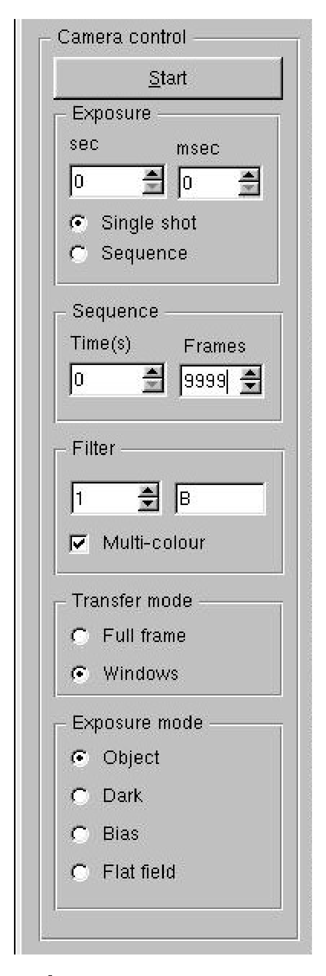


Imagen 28. Selección de parámetros para empezar las observaciones en modo multicolor.

4.5.3. Ordenando imágenes por filtro: "separator"

Las imágenes generadas en modo multicolor se guardarán como en el caso anterior, esto es, de forma consecutiva en el directorio *data* y atendiendo a la secuencia. Por ejemplo, en el caso de una secuencia con tres filtros, "*w00000.fits"* estará asociado al primer filtro de la secuencia, "*w00001.fits"* al segundo, "*w00002.fits"* al tercero, "*w00003.fits"* de nuevo al primero, y así sucesivamente.

Para generar las curvas de luz para los distintos filtros es necesario reagrupar las imágenes. El programa "***separator***" se encarga de esto, creando directorios para los distintos filtros, copiando en cada directorio las imágenes asociadas a ese filtro en particular y renombrándolas para que tengan una numeración consecutiva (necesario si se quiere utilizar el paquete de reducción en línea RTP).

El programa ***separator*** es parte de la colección de programas de reducción RTP, que complementa el programa de adquisición de datos explicado en este manual. Se encuentra instalado en el propio ordenador del TCP.

NOTA: este programa es externo a la interfaz de adquisición de datos Qtcp15, y se ejecuta desde la línea de comandos en cualquier *xterm* abierta en el ordenador TCP. ¡Se recomienda ejecutar el programa al final de cada noche de observación para tener los datos organizados antes de realizar la copia de seguridad! **El programa hay que ejecutarlo en el directorio *data*.**

> *> /home/observer/bin/separator -i w00000.fits*

OJO: debido a la prueba inicial para el cálculo del tiempo de secuencia en el modo multicolor, tomando imágenes que luego se desecharán, el primer fichero *w0000X.fits* **NO SERÁ *w00000.fits***. Hay que acordarse de empezar el programa en la primera imagen del directorio. Por ejemplo:

> *> /home/observer/bin/separator -i w00006.fits*

A continuación se describe cómo proceder para un correcto funcionamiento del programa *separator*.

1. Crear el directorio de reducción, en el que se guardarán las imágenes reducidas.

   > mkdir red

   > cd red

2. Una vez en el directorio *red* crear los subdirectorios para cada filtro (B V R I).

   > mkdir B

   > cd B

3. **¡¡¡IMPORTANTE!!!:** Asegurarnos de copiar los ficheros *phot*.dat* del directorio *data* a cada directorio creado con *separator*.

4. Crear los enlaces virtuales para cada uno de los directorios de los filtros. Esto se hace desde el directorio de cada filtro.

   >ln –s ../../data/1/ data

   En donde el número corresponde al filtro. Esto es: si creamos el link para el filtro U, el número será el 0, el 1 para el B, etc…

5. Una vez se hayan establecido todos los enlaces, cada vez que se ejecuta *separator* de nuevo se actualiza todo (incluidas las gráficas con RTP).

4.6. Conversión de las imágenes en modo *'Windowed'* de 1 a 2 dimensiones.

Las imágenes creadas observando en modo *windowed*, esto es los ficheros *w00xxx.fits* tienen una dimensión. La cabecera se puede visualizar en forma estándar, pero no así la imagen. Ésta aparecerá en programas como ds9 como una larga estría horizontal. El programa de reducción en línea *rtp* espera los datos en esta forma poco habitual. No obstante, es posible que muchos usuarios quieran usar otros paquetes de reducción, para lo que primero habrá que pasar estas imágenes a imágenes convencionales fits en 2 dimensiones.

La conversión se realiza de forma sencilla con el programa ***rtcnv***. Este programa debe ejecutarse SIEMPRE al final de cada noche de observación, para que el astrónomo se vaya con los datos en 1 y 2 dimensiones.

A continuación se describe cómo proceder para realizar la conversión. Dicha conversión solo procesará los datos con la substracción de BIAS, utilizando el overscan:

1. Crear un nuevo directorio (en el nivel donde se encuentran los directorios data, tcp...). En este directorio se guardarán las imágenes en 2D. Por ejemplo:

   > mkdir images2D

   > cd images2D

2. Es **muy** conveniente copiar a este directorio el superflat (Flat.fits) creado por *rtp*. Si se encuentra en este directorio, las imágenes 2D obtenidas estarán ya reducidas de flat. **la corrección por flat resulta mejor de esta forma**, ya que a posteriori se complica mucho. Hay que tener en cuenta que los flats son imágenes del chip entero, por lo que habría que extraer exactamente las regiones relacionadas con las ventanas y crear un mosaico como el que genera *rtcnv*.

   > cp ../red/Flats.fits

   suponiendo que el directorio creado para la reducción en línea con *rtp* es *red.*

3. Hacer un enlace simbólico a los datos de la misma forma que se hace cuando se preparan los datos para la reducción en línea con *rtp*.

   > ln –s ../data data

4. Ejecutar el comando:

   > rtcnv –X –S –I –n xxx

   Donde xxx es el número de imágenes (número total de imágenes en data - *w00xxx.fits*).

Notas:

- La imágenes producidas se llaman *view00xxx.fits*

- <u>Estas imágenes NO contienen cabecera</u>. Por ello, es muy importante no borrar los datos originales: *w00xxx.fits*.

- Si se observa en modo multicolor, habrá que hacer tantos subdirectorios como filtros se tengan, esto es como subdirectorios haya creado el programa *separator* en el directorio *data*. Un ejemplo de secuencia de comandos, si se observa utilizando la secuencia BVR, sería:

```
> mkdir images2D
> cd images2D
> mkdir B
> cd B
> ln –s ../../data/1 data
> cp ../../redB/Flats.fits .          (1)
> rtcnv –X –S –I –n xxx
```

  Lo mismo para los filtros V y R

  (1) Se ha supuesto que la reducción utilizando *rtp* para las imágenes con filtro B se ha realizado en el directorio *redB*

ANEXO I: Notas adicionales

- **Campo**: El campo del TCP en el IAC80 es de **~9.2 x 9.2 minutos de arco**.

- **Linealidad del detector**: se recomienda que los píxeles con más energía no sobrepasen las 30.000 cuentas. Si la estrella es muy brillante y se requiere precisión fotométrica habrá que desenfocar y aumentar el tamaño de las ventanas.

- **Temperatura del detector:** el peltier debe enfriar el detector unos 35 grados por debajo de la temperatura ambiente. La temperatura del detector se puede leer en la línea inferior de información de la interfaz gráfica (ver Imagen 29). Si la temperatura del detector es considerablemente más alta es posible que el peltier no esté funcionando correctamente. En este caso hay que ponerse en contacto con el astrónomo de soporte.



Imagen 29. Información sobre la temperatura del chip.

- **Darks**: en programas normales de fotometría rápida no es necesario tomar *darks* ya que, en modo windowed y con tiempos de exposición cortos (inferiores a un minuto) el ruido de lectura domina. No obstante, para otro tipo de observaciones, por ejemplo la toma de imágenes del chip entero para programas rutinarios, será necesario tomar *darks* si los tiempos de exposición superan el minuto (en invierno) o los 40 segundos (en verano).

ANEXO II: Problemas comunes

1) TRABAJANDO SIN RED

En caso de que haya problemas de comunicación entre *asteroide* y el ordenador del tcp se pueden realizar las observaciones directamente desde este último. La utilización de forma remota se limita en este caso al uso de un switch para controlar el ratón y teclado desde la sala de control. En este caso, los primeros pasos del procedimiento cambian y son lo siguientes.

► Asegurarse, en la cúpula, de que **las cajas de la electrónica del TCP están encendidas**.

► Establecer los *switchs* de la forma adecuada para pasar el control del teclado y ratón a la sala de control. Normalmente este paso lo realizará el astrónomo de soporte.

► **Iniciar la sesión en el ordenador del TCP**: el nombre de usuario es '*observer*'; el astrónomo de soporte dará la contraseña.

► Ejecutar el comando: *>startx*

► Ejecutar en la terminal el comando:

>download gpsold.hex

A partir de este punto proceder como se describe en la página 5.

NOTA. *La imagen que se muestra en el monitor del TCP es una parte de la imagen completa; hay un pequeño efecto de zoom. Los límites reales se alcanzan desplazando el puntero del ratón hacia alguno de los laterales la imagen.*

2) FALLO AL DESCARGAR EL CÓDIGO A LA CÁMARA

Este problema ocurre al ejecutar el comando

>download gpsold.hex

Este comando inicializará la cámara. Al ejecutarlo, la cámara indicará el proceso con: '*download code to the camera* *******'. La información enviada y recibida utiliza la fibra óptica. Si aparece un mensaje de error de conexión con la cámara es posible que sea porque la fibra esté mal conectada. El astrónomo de soporte o el operador (**nunca el astrónomo**) deberá proceder desconectando y conectando de nuevo **con especial cuidado** las fibras, tanto en el ordenador del tcp como en la electrónica (cúpula) y/o reiniciando la electrónica del TCP (ver Imagen 2). Hay que tener cuidado con que los colores que marcan las fibras no se crucen: rojo a rojo y negro a negro.

3) PROBLEMAS CON LA RUEDA DE FILTRO O CON EL *SHUTTER*

Es posible que, al inicializar la interfaz gráfica (o durante la noche), el sistema no inicialice (actualice) adecuadamente la rueda de filtros o el *shutter*. Si en la línea inferior de la interfaz aparece '*working*' o '*idle*' todo va, en principio, bien. Si aparece en esta línea mensajes de error como *'shutter callibration error'*..., habrá que ponerse en contacto con el astrónomo de soporte u operador, quien debe proceder como sigue.

- Salir y entrar de nuevo en el programa: >Qtcp15. Si el problema persiste habrá que resetear el sistema.

- **Reseteando el sistema**: (1) salir de la interfaz gráfica (matando el proceso si es necesario); (2) subir a la cúpula y apagar las dos cajas de la electrónica (ver Imagen 2); (3) encender de nuevo las cajas; (4) >download gpsold.hex ; (5) ejecutar de nuevo la interfaz.

- Resetear el sistema soluciona los problemas en el 90% de los casos. No obstante, si aún persisten hay que apagar la cámara, aparcar el telescopio en el cenit y resetear también el telescopio. Encender primero el telescopio y luego la cámara.

- En muy raras ocasiones el problema sigue persistiendo. En este caso, el cable serie que comunica el ordenador del TCP con la electrónica de la cámara puede que esté mal o recibiendo mucho ruido. Revisar las conexiones de este cable y avisar a MI para que revisen el estado del cable.

4) NO SE DETECTAN SATÉLITES

Si el cuadro informativo indica que la GPS no recibe señal de ningún satélite hay que ponerse en contacto con el astrónomo de soporte u operador, quien debe proceder como sigue.

- Subir a la cúpula y comprobar en la caja de la electrónica (de la que salen las fibras ópticas) si el **led** situado sobre la marca "*gpsh*" está parpadeando (**luz roja**).

- **Si la luz parpadea** significará que llega señal a la electrónica <u>pero no al ordenador</u>. Revisar que están bien conectados los cables serie que van desde la cajita amarilla de la gps al ordenador (conector etiquetado como *pc*), así como el otro extremo del cable serie localizado en el ordenador (al lado de la marca que pone *clock*). Si sigue sin funcionar habrá que <u>resetear</u> el sistema (ver problema 3).

- **Si la luz NO parpadea** la electrónica no está recibiendo señal. En este caso:

    - Salir de la interfaz gráfica y apagar las cajas de la electrónica. Volver a encenderlas, esperar unos segundos y ver si entonces parpadea la luz roja.

- Si sigue sin parpadear, revisar las conexiones (cable serie) que van de la electrónica a la caja amarilla (marcada como *int*) y de ésta a la gps (marcada como *gps*).

ANEXO III: Tamaño de píxel y orientación del detector

A partir de un campo ecuatorial con más de 150 estrellas se midió la astrometría del campo, lo que nos dio la escala del detector y la orientación del mismo sobre el cielo.

Escala: 0,537 ± 0,002 arcsec/pix

Orientación: Eje Norte: 50º,85 ± 0,03 (0º hacia arriba, 90º a la derecha)
Eje Este: 140º,85 ± 0,03 (0º hacia arriba, 90º a la derecha)

La siguiente figura muestra gráficamente la orientación tal y como se guardan las imágenes (**a la izquierda, como las veríamos en el DS9, a la derecha, como las veríamos en el display de TCP**). En el display de la interfaz gráfica las imágenes aparecen giradas 90º en el sentido de las agujas del reloj e invertidas, es decir el E en donde está el N y el N donde está el E).

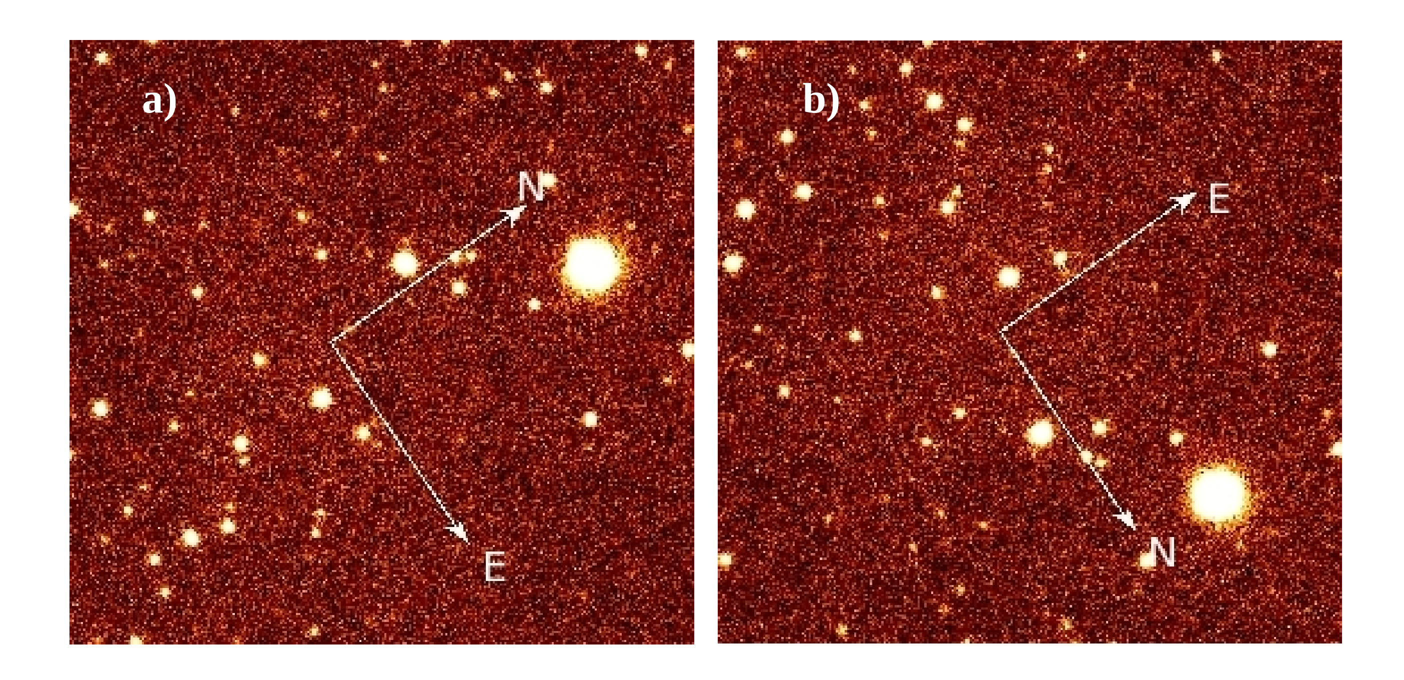


Imagen 30. Orientación de las imágenes: a) DS9, b) display de TCP

¡NOTA IMPORTANTE!
A fecha de Septiembre de 2011, el campo se ha rotado 180º debido a la disposición del instrumento bajo la nueva caja de A&G.